(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0141438
(43) 공개일자 2019년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) *G06T 5/40* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/009 (2013.01)
G06T 5/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0068212
(22) 출원일자 2018년06월14일
심사청구일자 2018년06월14일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
강석주
서울특별시 마포구 상암산로1길 57, 614동 402호 (상암동, 상암월드컵파크 6단지)
안권환
서울특별시 마포구 백범로 35, 떼이야르관 808-b호 (서강대학교)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

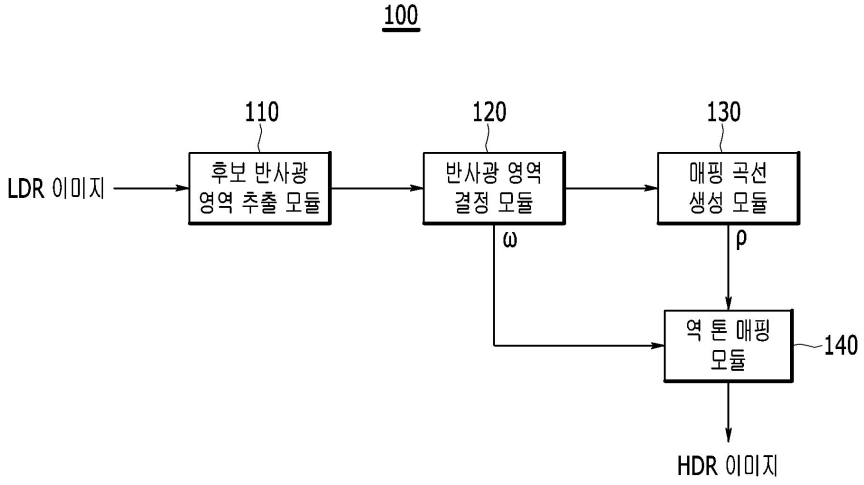
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치 및 방법**

(57) 요 약

하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치가, 로우 다이내믹 레인지 이미지에서 반사광 영역을 검출하고, 반사광 영역의 반사도에 따라 로우 다이내믹 레인지 이미지를 반사광 영역과 확산광 영역으로 구분하는 기준 값인 LDR 휘도 경계값을 결정한다. LDR 휘도 경계값과 동일한 값을 초기 출력 휘도 값으로 매핑되도록 초기 매핑 곡선을 생성하고, 확산광 영역의 평균 휘도와 지역 적응 망막 반응 값을 고려하여 LDR 휘도 경계값에 대응하는 매핑 곡선 변형 출력 휘도 값을 결정한다. 그리고 입력 휘도 값과 매핑 곡선 변형 출력 휘도 값을 토대로 초기 출력 매핑 곡선의 기울기를 변형한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 2207/20208 (2013.01)
(72) 발명자
이시영
서울특별시 마포구 백범로 35, 떼이야르관 808-b호 (서강대학교)
안용덕
경기도 안산시 단원구 부부로4길 6, 415호 (원곡동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20161210200560
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 스마트그리드핵심기술
연구과제명 전력계통 분석 및 안정화를 위한 전기차 충전수요 모니터링, 충전수요 예측 및 충전수요 분산 기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 한양대학교 산학협력단
연구기간 2016.12.01 ~ 2019.09.30
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 17CTAP-C114672-02
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 국토교통기술촉진연구사업
연구과제명 자율주행차량 운전주행모드 자동 전환용 인식률 90% 이상의 다중 센서 기반 운전자 상태 인식 및 상황 인식 원천 기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2016.06.24 ~ 2018.06.23

명 세 서

청구범위

청구항 1

이미지 생성 장치가, 하나의 로우 다이내믹 레인지 이미지로부터 하이 다이내믹 레인지 이미지를 생성하는 방법으로서,

상기 로우 다이내믹 레인지 이미지에서 반사광 영역을 검출하고, 상기 반사광 영역의 반사도에 따라 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지를 반사광 영역과 확산광 영역으로 구분하는 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계,

확산광 영역의 평균 휘도와 지역 적응 망막 반응 값을 고려하여 HDR 휘도 경계값 범위를 결정하고, 상기 결정한 HDR 휘도 경계값 범위 내에서 상기 확산광 영역의 평균 휘도와 반사광 영역의 평균 휘도를 이용하여 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 최종 HDR 휘도 경계값을 결정하는 단계,

상기 입력 휘도 값과 상기 최종 HDR 휘도 경계값을 토대로 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 확산광 영역의 기울기와 반사광 영역 기울기를 변형하는 단계, 그리고

기울기가 변형된 출력 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 기초로 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지의 휘도를 변형하여, 상기 하이 다이내믹 레인지 이미지로 생성하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계는,

상기 로우 다이내믹 레인지 이미지를 감마 역변환하여 복수의 픽셀로 구성되는 감마 역변환 이미지로 생성하는 단계,

상기 복수의 픽셀 각각에 대한 RGB 데이터를 토대로 상기 복수의 픽셀 각각에 대하여 반사광의 반사도를 결정하는 단계,

상기 RGB 데이터와 상기 반사광의 반사도를 이용하여 복수의 픽셀로 구성되는 무반사광 이미지를 생성하는 단계, 그리고

상기 RGB 데이터로부터 구한 제1 RGB 데이터 평균, 상기 무반사광 이미지로부터 구한 제2 RGB 데이터 평균의 차이를 이용하여 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지에서 초기 후보 반사광 영역을 구하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 초기 후보 반사광 영역을 구하는 단계 이후에,

상기 반사광의 반사도 평균 값을 구하는 단계, 그리고

상기 초기 후보 반사광 영역에서 상기 반사도 평균 값 이상의 영역만을 상기 후보 반사광 영역으로 검출하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계는,

상기 후보 반사광 영역으로부터 복수의 대표 값을 가지는 히스토그램을 생성하는 단계,

상기 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 결정하기 위하여, 후보 반사광 영역의 반사도의 평균에 적응적인 기준 값을 계산하는 단계, 그리고

상기 반사도의 평균에 적응적인 기준 값을 토대로 상기 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 결정하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계는,

상기 반사도의 평균에 적응적인 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경하는 단계,

상기 반사광 영역과 상기 휘도 기반 데이터를 매칭하여, 상기 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계, 그리고

상기 반사광 영역에서 상기 LDR 휘도 경계값을 이용하여, 휘도 기반 반사광 영역을 추출하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 최종 HDR 휘도 경계값을 결정하는 단계는,

상기 확산광 영역을 구성하는 복수의 픽셀들의 밝기 값과 픽셀 수를 이용하여 상기 확산광 영역의 평균 휘도를 계산하는 단계,

상기 확산광 영역의 평균 휘도, 상기 확산광 영역의 픽셀 수, 상기 지역 적응 망막 반응 값을 이용하여, 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하여 상기 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프의 기울기를 변형하기 위한 반사광 영역의 HDR 휘도 경계값 범위를 계산하는 단계, 그리고

상기 계산한 HDR 휘도 경계값 범위에 포함된 복수의 값들 베버의 법칙에 따라 결정되는 상수를 이용하여, 상기 HDR 휘도 경계값 범위에 해당하는 최소 HDR 휘도 경계값을 지역적 HDR 휘도 경계값으로 결정하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 지역적 HDR 휘도 경계값으로 결정하는 단계 이후에,

HDR 휘도 경계값 범위의 최소 값과 최대 값, 그리고 후보 HDR 휘도 경계값을 정의하는 단계,

상기 반사광 영역에서 계산된 제1 값과 확산광 영역에서 계산된 제2 값이 같아지도록, 상기 후보 HDR 휘도 경계값을 변경하는 단계,

상기 제1 값과 제2 값이 같아질 때의 HDR 휘도 경계값을 상기 최종 HDR 휘도 경계값으로 설정하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 값은 반사광 영역의 평균 휘도와 후보 HDR 휘도 경계값을 이용하여 계산되는 값이고,

상기 제2 값은 확산광 영역의 평균 휘도와 후보 HDR 휘도 경계값을 이용하여 계산되는 값인 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 반사광 영역 기울기를 변형하는 단계는,

상기 LDR 휘도 경계값과, 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 최종 HDR 휘도 경계값을 이용하여, 상기 확산광 영역의 계조가 보정되도록 상기 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 변형하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 10

이미지 생성 장치가, 로우 다이내믹 레인지 이미지(Low Dynamic Range, LDR)로부터 하이 다이내믹 레인지(High Dynamic Range, HDR) 이미지를 생성하는 방법으로서,

상기 로우 다이내믹 레인지 이미지를 반사광 영역과 확산광 영역으로 구분하는 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계,

제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 제1 HDR 휘도 경계값을 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하는 단계,

상기 제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 HDR 휘도를 상기 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하여 상기 확산광 영역의 LDR-HDR 휘도 변환 기울기와 상기 반사광 영역의 LDR-HDR 휘도 변환 기울기가 다른 제2 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 생성하는 단계, 그리고

상기 제2 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 기초로 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지의 휘도를 변환하여 상기 하이 다이내믹 레인지 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 LDR 휘도 경계 값을 결정하는 단계는,

상기 로우 다이내믹 레인지 이미지로부터 후보 반사광 영역을 구하는 단계,

상기 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 결정하기 위하여, 후보 반사광 영역의 반사도 평균에 적응적인 기준 값을 계산하는 단계, 그리고

상기 계산한 기준 값을 토대로 상기 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 결정하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하는 단계는,

상기 확산광 영역의 평균 휘도, 상기 확산광 영역의 픽셀 수, 지역 적응 망막 반응 값을 이용하여, 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 반사광 영역의 HDR 휘도 경계값 범위를 계산하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하는 단계는,

상기 확산광 영역의 평균 휘도와 상기 반사광 영역의 평균 휘도를 계산하는 단계, 그리고

상기 확산광 영역의 평균 휘도와 반사광 영역의 평균 휘도의 합을 반으로 나눈 값을 상기 제2 HDR 휘도 경계값으로 결정하는 단계

를 포함하는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 하이 다이나믹 레인지 이미징(HDR imaging: High Dynamic Range Imaging) 기법은 기존의 휘도 출력 범위보다 더 넓은 휘도 범위를 출력하고 색 재현율을 높여, HDR 디스플레이에 출력할 수 있는 HDR 영상을 제작하는 기술이다. HDR 영상은 기존 단일 노출 영상보다 더 넓은 휘도 범위를 저장하여 기존 단일 노출 영상이 저장하지 못한 휘도 정보까지 저장할 수 있다. 기존 HDR 이미징 기법으로 다중 노출 영상을 이용하여 HDR 영상의 계조를 매핑하는 방법과 단일 노출 영상을 이용하여 HDR 영상의 계조를 매핑하는 방법 등 다양하게 있다.

[0003] 기존 HDR 이미징 기법들 중 고정된 기준 값(threshold value)을 기준으로 단일 노출 영상의 밝은 영역과 어두운 영역을 구분하여 각 영역의 밝기를 매핑하는 기술로 HDR 영상을 제작하는 경우, 고정된 기준 값과 모서리(edge)를 검출하는 필터를 이용하여 밝은 영역을 검출하기 때문에 영상의 특성에 따라 검출 성능이 강인하지 못하는 단점이 있다. 그리고 최종적인 인지적 밝기를 고려하지 않고 출력 디스플레이의 휘도 범위만을 고려하기 때문에 결과 영상이 인지적으로 화질이 저하될 수 있다는 단점이 있다.

[0004] 또 다른 기법으로 HDR 영상을 제작하는 경우, 입력 영상에서 반사광 영역을 추출할 때 크기가 다른 2개의 저역 필터(low-pass filter)를 이용하여 기준 값을 도출하기 때문에, 반사광 영역의 크기와 필터의 크기에 따라 성능이 달라진다. 그리고 반사광 영의 기준 값이 달라지더라도 출력 매핑 값이 고정되어 있어, 인지적 밝기가 고려되지 않으므로 HDR 이미징의 성능을 보장하기 어렵다.

[0005] 또 다른 기법인 인간의 시각 모델에 기반하여 지역적 망막 반응을 사용하여 인지적 화질을 중심으로 매핑하는 기술을 이용할 경우, 지역적 망막 반응을 고려한 시그모이드 곡선을 이용하여 출력 매핑을 진행하기 때문에 포화 영역의 계조(gradation) 세분화 성능이 떨어진다. 그리고 지역적 영역의 평균 밝기를 고려하기 위해 사용된 양방향(bilateral) 필터링은 최적의 값을 찾기 위해 여러 번 수행되므로, 실시간 적용이 어렵다.

[0006] 영상의 통계적 정보를 이용하여 감마 확장을 이용하는 방법 경우에는, 입력 영상을 분석한 후 감마(gamma) 곡선을 이용하여 매핑이 결정되기 때문에 포화(saturated) 영역을 효율적으로 계조 세분화하기 어렵다. 그리고, 매핑 구간에서 디스플레이의 출력 휘도를 고려하지 않으므로 인지적 화질 저하가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명은 인지 밝기 기반의 역 톤 매핑 기법을 사용하는 하이 다이내믹 이미지 생성 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징인 이미지 생성 장치가, 하나의 로우 다이내믹 레인지 이미지로부터 하이 다이내믹 레인지 이미지를 생성하는 방법으로서,

[0009] 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지에서 반사광 영역을 검출하고, 상기 반사광 영역의 반사도에 따라 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지를 반사광 영역과 확산광 영역으로 구분하는 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계, 확산광 영역의 평균 휘도와 지역 적응 망막 반응 값을 고려하여 HDR 휘도 경계값 범위를 결정하고, 상기 결정한 HDR 휘도 경계값 범위 내에서 상기 확산광 영역의 평균 휘도와 반사광 영역의 평균 휘도를 이용하여 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 최종 HDR 휘도 경계값을 결정하는 단계, 상기 입력 휘도 값과 상기 최종 HDR 휘도 경계값을 토대로 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 확산광 영역의 기울기와 반사광 영역 기울기를 변형하는 단계, 그리고 기울기가 변형된 출력 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 기초로 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지의 휘도를 변형하여, 상기 하이 다이내믹 레인지 이미지로 생성하는 단계를 포함한다.

[0010] 상기 본 발명의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징인 이미지 생성 장치가, 로우 다이내믹 레

인지 이미지(Low Dynamic Range, LDR)로부터 하이 다이내믹 레인지(High Dynamic Range, HDR) 이미지를 생성하는 방법으로서,

[0011] 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지를 반사광 영역과 확산광 영역으로 구분하는 LDR 휘도 경계값을 결정하는 단계, 제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 제1 HDR 휘도 경계값을 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하는 단계, 상기 제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 상기 LDR 휘도 경계값에 대응하는 HDR 휘도를 상기 제2 HDR 휘도 경계값으로 변경하여 상기 확산광 영역의 LDR-HDR 휘도 변환 기울기와 상기 반사광 영역의 LDR-HDR 휘도 변환 기울기가 다른 제2 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 생성하는 단계, 그리고 상기 제2 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 기초로 상기 로우 다이내믹 레인지 이미지의 휘도를 변환하여 상기 하이 다이내믹 레인지 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면 단일 노출 영상 한 장을 이용하여 HDR 이미지를 생성할 수 있다.

[0013] 또한, 입력 이미지의 특성에 따라 적응적으로 기준 값을 선정하기 때문에, 이미지의 특성에 강인하게 반사광 영역과 확산광 영역을 검출할 수 있다.

[0014] 또한 출력 매핑 시, 적응적인 지역적 망막 반응(adaptive local retina response)를 통해 인지적 화질을 향상시킬 수 있다

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치의 구조도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법에 대한 흐름도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 후보 반사광 영역 추출 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 반사광 영역을 결정하는 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 실시예에 따른 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프 생성 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 최종 LDR-HDR 휘도 변환 그래프 생성 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 기반 HDR 이미징 곡선을 생성하는 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 생성된 HDR 이미지와 종래 방법으로 생성한 HDR 이미지를 비교한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0018] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치 및 방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치의 구조도이다.

[0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 프로세서에 의해 제어되는 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 장치(이하, 설명의 편의를 위하여 'HDR 이미지 생성 장치'라 지칭함)(100)는 후보 반사광 영역 추출 모듈(110), 반사광 영역 결정 모듈(120), 매핑 곡선 생성 모듈(130), 그리고 역 톤 매핑 모듈(140)을 포함한다.

[0021] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 외부로부터 복수의 픽셀을 가지는 로우 다이나믹 레인지(Low Dynamic Range) 이미지(이하, 설명의 편의를 위하여 'LDR 이미지'라 지칭함)를 수신하면, LDR 이미지에서 반사광 영역이 될 확률이 높은 후보 영역을 탐색한다.

[0022] LDR 이미지에서 후보 반사광 영역을 탐색하기 위해, 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 입력된 LDR 이미지로부터 선형적인 빛 정보를 복원한다. 선형적인 빛 정보를 복원하기 위해 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 감마 역변환(gamma decoding)을 수행하는데, 감마 역변환에 대한 사항은 이미 알려진 내용으로 본 발명의 실시예에서는 상세한 설명을 생략한다.

[0023] 그리고, 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 감마 역변환을 수행하여 감마 역변환 이미지를 생성하면, 감마 역변환 이미지에 복수의 픽셀 각각에 대한 감마 역변환 이미지 RGB 데이터를 생성하고, 이를 토대로 복수의 픽셀 각각에 대하여 반사광의 반사도를 정의한다. 여기서 모든 픽셀 각각에 생성된 감마 역변환 이미지 RGB 데이터는 해당 픽셀의 R값, G값, B값을 포함하고 있다.

[0024] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 복수의 픽셀로 구성된 감마 역변환 이미지로부터 무반사광 이미지를 생성하고, 무반사광 이미지의 RGB 데이터를 생성한다. 여기서 무반사광 이미지를 구성하는 모든 픽셀 각각에 생성된 무반사광 이미지의 RGB 데이터는 해당 픽셀의 R값, G값, B값을 포함하고 있다.

[0025] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 감마 역변환 이미지의 RGB 데이터 평균(이하, 설명의 편의를 위하여 '제1 RGB 데이터 평균'이라 지칭함), 무반사광 영상의 RGB 데이터 평균(이하, 설명의 편의를 위하여 '제2 RGB 데이터 평균'이라 지칭함), 반사광의 반사도 평균을 계산한다. 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 제1 RGB 데이터 평균과 제2 RGB 데이터 평균을 이용하여 초기 후보 반사광 영역을 검출한다.

[0026] 그리고 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 검출한 초기 후보 반사광 영역과 반사광의 반사도 평균을 이용하여 LDR 이미지에 대한 후보 반사광 영역을 추출한다.

[0027] 반사광 영역 결정 모듈(120)은 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)이 탐색한 후보 반사광 영역으로부터 대표 값을 복수 개 가지는 히스토그램을 생성한다. 후보 반사광 영역에서 히스토그램을 생성하는 방법은 다양한 방법으로 실행될 수 있으므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다. 그리고 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)에서 정의한 반사광의 반사도의 평균에 따라, 반사광 영역을 검출하기 위한 반사도 평균에 적응적인 기준 값(adaptive threshold)(이하 설명의 편의를 위하여 '적응적 기준 값'이라 지칭함)을 계산한다.

[0028] 반사광 영역 결정 모듈(120)은 적응적 기준 값을 계산하면, 후보 반사광 영역에서 적응적 기준 값 이상의 값을 가진 영역을 반사광 영역으로 검출한다. 그리고 HDR 이미징을 위하여 반사광 영역을 결정하는 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경한다. 여기서 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경하는 방법은 다양한 방법으로 수행할 수 있으므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다.

[0029] 반사광 영역 결정 모듈(120)은 검출한 반사광 영역과 휘도 기반 데이터를 매칭하여, 반사광과 확산광을 나누는 기준값인 반사광 구분 휘도 값을 획득한다. 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 반사광 구분 휘도 값을 LDR 휘도 경계값(ω)이라 지칭하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.

[0030] 반사광 영역 결정 모듈(120)은 획득한 LDR 휘도 경계값(ω)을 이용하여 반사광 영역에서 휘도 기반의 반사광 영역을 추출한다. 여기서, 반사광 영역 결정 모듈(120)이 LDR 휘도 경계값(ω)을 획득하는 방법이나 LDR 휘도 경계값(ω)을 이용하여 반사광 영역에서 휘도 기반 반사광 영역을 추출하는 방법은 여러 방법으로 수행할 수 있으므로, 본 발명의 실시예에서는 어느 하나의 방법으로 한정하지 않는다.

[0031] 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 반사광 영역 결정 모듈(120)이 반사광 영역을 검출하면, 제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 생성한다. 제1 LDR-HDR 휘도 변환 그래프는 LDR 휘도 경계값(ω)과 동일한 값을 초기 HDR 휘도 경계값(ρ_0)으로 가지도록 매핑된 그래프인 것을 예로 하여 설명하나, 매핑 값이 반드시 LDR 휘도 경계값과 동일할 필요는 없다.

[0032] 그리고 반사광 영역 결정 모듈(120)이 검출한 확산광 영역의 평균 휘도를 계산한다. 여기서, 확산광 영역은 LDR 이미지에서 LDR 휘도 경계값(ω)보다 작은 값을 가지는 영역을 의미한다.

[0033] 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 확산광 영역에 속하는 모든 픽셀들의 밝기 값을 더해주고, 확산광 영역에 속하는 픽셀 수로 나누어 평균 휘도를 계산한다. 평균 휘도를 계산한 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 사람의 인지적 능력을 고려하기 위해 지역 적응 망막 반응 값(local adaptation retina response)을 이용하여, HDR 휘도 경계값이

포함될 HDR 휘도 범위를 결정한다.

[0034] 여기서, 지역 적응 망막 반응 값은 빛의 강도, 적응 값, 망막 반응 민감도 결정 계수, 반응 최대 값을 이용하여 계산된다. 본 발명의 실시예에서는 반응 최대 값은 1로 설정하는 것을 예로 하여 설명하나, 반드시 이와 같이 한정되는 것은 아니다.

[0035] 그리고, HDR 휘도 경계값이라 함은 LDR 휘도 경계값 대비 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에서 확산광 영역의 기울기와 반사광 영역의 기울기를 변화시키는, 그래프의 꺽은 점의 위치를 결정하기 위한 값을 의미한다. 여기서, 지역 적응 망막 반응 값을 사용하는 것은, 인간의 시각이 영상에서 배경 빛의 강도가 달라짐에 따라 비배경 부분인 지역적 반사광 영역에 대한 인지적 밝기가 달라지는 것을 고려하기 위함이다.

[0036] 이와 같이 확산광 영역의 지역 적응 망막 반응 값을 이용하면, 지역적 영역에서 사람이 느끼는 밝기의 정도를 고려할 수 있다. 적응적인 지역적 망막 반응 값을 이용하여 HDR 휘도 경계값을 계산하는 방법은 다양하나, 본 발명의 실시예에서는 지역적 영역의 평균 밝기를 이용한다.

[0037] 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 반사광 영역의 평균 휘도와 확산광 영역의 평균 휘도를 포함하는 이미지 정보와 인지적 특성을 고려하여, HDR 휘도 경계값의 범위를 결정한다. 그리고, 베버 상수를 이용하여 지역적 HDR 휘도 경계값을 결정한다. 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 지역적 HDR 휘도 경계값을 결정한 후, 디스플레이 장치의 출력 휘도와 베버의 법칙에 따라 결정되는 상수를 고려하여 지역적 HDR 휘도 경계값을 보정한 후, LDR 휘도 경계값(ω)에 대응하는 최종 HDR 휘도 경계값(ρ)을 결정한다.

[0038] 여기서, 베버의 법칙은 자극을 받고 있는 감각기에서 자극의 크기가 변화된 것을 느끼려면, 현재 자극에 대하여 일정 비율 이상의 차이가 나는 자극을 주어야 한다는 법칙이다. 베버에 법칙에 따르면, 처음에 약한 자극을 주면 자극의 변화가 적어도 그 변화를 쉽게 감지할 수 있으나, 처음에 강한 자극을 주면 자극의 변화를 감지하는 능력이 약해져서 더 큰 자극에서만 변화를 느낄 수 있다.

[0039] 즉, 현재 자극과 그 다음에 주어지는 자극의 세기간의 차이가 일정한 비율 이상이 되어야만 그 자극의 변화량을 감각기가 느낄 수 있다. 이때의 비율을 베버 상수로 정의할 수 있다.

[0040] 역 톤 매핑 모듈(140)은 매핑 곡선 생성 모듈(130)에서 계산한 LDR 휘도 경계값(ω)과 HDR 휘도 경계값(ρ)을 이용하여 LDR-HDR 휘도 변환 그래프의 기울기가 변경될 점의 위치를 확인하여 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 변형한 후, 변형된 LDR-HDR 휘도 변환 그래프에 따라 LDR 이미지의 LDR 휘도 경계값을 HDR 휘도 경계값으로 역 톤 매핑한다.

[0041] 즉, 역 톤 매핑 모듈(140)은 매핑 곡선을 변환하기 위해 확산광 영역의 평균 휘도(average luminance)를 사용하여, LDR 이미지에서 확산광 영역의 계조를 수정한다. 그리고 LDR 이미지에서 반사광 영역의 지각적 밝기(perceptual brightness)를 고려하여 전체 LDR 이미지의 계조를 보정한다.

[0042] 이상에서 설명한 HDR 이미지 생성 장치(100)를 이용하여 역 톤 매핑을 수행하여 HDR 이미지를 생성하는 방법에 대해 도 2 내지 도 7b를 참조로 설명한다.

[0043] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이 다이내믹 레인지 이미지 생성 방법에 대한 흐름도이다.

[0044] 도 2에 도시된 바와 같이, HDR 이미지 생성 장치(100)의 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 복수의 픽셀들로 구성된 단일 노출 이미지인 LDR 이미지를 수신하면(S100), 수신한 입력 이미지에서 후보 반사광 영역을 추출한다(S200). 후보 반사광 영역을 추출하는 절차에 대해 도 3a 및 도 3b를 참조하여 먼저 설명한다.

[0045] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 후보 반사광 영역 추출 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

[0046] 도 3a에 도시된 바와 같이, HDR 이미지 생성 장치(100)의 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 LDR 이미지에서 선형적인 빛 정보를 복원하기 위해 다음 수학식 1과 같이 수신한 LDR 이미지에 감마 역변환을 진행하여 감마 역변환 이미지를 생성한다(S201).

수학식 1

[0047] $$I_R = (I'_R)^{\gamma},$$
$$I_G = (I'_G)^{\gamma},$$
$$I_B = (I'_B)^{\gamma},$$

[0048] 여기서 I'_R, I'_G, I'_B는 감마 변환(gamma encoding)이 적용되어 있는 이미지의 R, G, B 채널을 의미하고, γ는 감마 보정 계수를, I_R, I_G, I_B는 감마 역변환이 적용된 R, G, B 채널을 의미한다. 이때, 감마 보정 계수는 어느 하나의 수치로 한정되지 않는다.

[0049] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)이 수신한 LDR 이미지에 감마 역변환을 수행하면, 도 3b의 (①)에 나타낸 바와 같이 감마 역변환 이미지가 생성된다. 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 감마 역변환 이미지에 포함된 모든 픽셀 각각에 대하여 역변환 이미지 RGB 데이터를 생성한다. 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 모든 픽셀 각각에 대해, R, G, B 값을 비교한다.

[0050] 그리고 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 R, G, B 값 중 최소 값을 해당 픽셀에 대한 반사광의 반사도로 정의한다(S202). 예를 들어, 감마 역변환 이미지에서 임의의 픽셀에 대한 R, G, B 값이 (100, 50, 50)인 경우를 예로 하면, 해당 임의의 픽셀에 대한 반사광의 반사도는 50이 된다.

[0051] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 모든 픽셀에 대하여 반사광의 반사도를 결정하면, 결정된 반사도를 이용하여 감마 역변환 이미지로부터 생성한 무반사광(specular free) 이미지에서 모든 픽셀에 대한 무반사광 이미지의 RGB 데이터를 생성한다(S203). 여기서, 무반사광 이미지는 도 3b의 (②)에 도시한 바와 같으며, 무반사광 이미지는 다음 수학식 2와 같이 정의할 수 있다.

수학식 2

[0052] $$S_r = min\{I_R, I_G, I_B\},$$
$$I_{sf_RGB} = [I_R - S_r, I_G - S_r, I_B - S_r]$$

[0053] 이때, S_r 은 반사광의 반사도이고, I_{sf_RGB}는 무반사광 이미지를 의미한다.

[0054] 반사광의 반사도와 무반사광의 이미지가 생성되면, 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 감마 역변환 이미지로부터 제1 RGB 데이터의 평균을 구하고, 무반사광 이미지로부터 제2 RGB 데이터의 평균을 구한다. 그리고 복수의 픽셀 수만큼 결정된 반사광의 반사도의 평균을 구한다. 제1 RGB 데이터의 평균(I_{avg}), 제2 RGB 데이터의 평균(I_{sf_avg}), 그리고 반사도의 평균($\overline{S_r}$)은 다음 수학식 3을 이용하여 구한다.

수학식 3

[0055] $$I_{avg} = \frac{1}{3}(I_R + I_G + I_B),$$
$$I_{sf_avg} = \frac{1}{3}(I_{sf_R} + I_{sf_G} + I_{sf_B}),$$
$$\overline{S_r} = \frac{1}{N}\sum_{x=1}^{N} S_r(x),$$

[0056] 여기서 N은 이미지의 총 픽셀 수를 의미한다.

[0057] 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 수학식 3을 통해 구한 제1 RGB 데이터 평균과 제2 RGB 데이터 평균의 차이를 이용하여 도 3b의 (③)와 같이 초기 후보 반사광 영역을 구한다(S204). 그리고 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)은 초기 후보 반사광 영역에서 반사광의 반사도 평균 값의 차를 구한다.

[0058] 초기 후보 반사광 영역에서 반사도 평균 값의 차를 구하면 초기 후보 반사광 영역에서 확산광 영역이 사라지게 되고, 도 3b (④)에 도시한 바와 같이 초기 후보 반사광 영역에서 반사광의 반사도 평균 값 이상의 영역만이 검출된다. 이 영역을 후보 반사광 영역으로 정의한다(S205). 이때, 후보 반사광 영역(SH_{cand})은 다음 수학식 4로 계산할 수 있다.

수학식 4

[0059] $$SH_{cand} = I_{avg} - I_{sf_avg} - \bar{S_r}$$

[0060] S205 단계에서와 같이 후보 반사광 영역이 추출되면, HDR 이미지 생성 장치(100)의 반사광 영역 결정 모듈(120)은 상기 도 2에 도시한 바와 같이 적응적으로 반사광 영역을 결정한다(S300). 반사광 영역 결정 모듈(120)이 적응적으로 반사광 영역을 결정하는 절차에 대해 도 4a 및 도 4b의 도면을 참조로 하여 먼저 설명한다.

[0061] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 반사광 영역을 결정하는 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

[0062] 본 발명의 실시예에서는 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 검출하는 기법은 종래와 같이 기준값을 하나의 값으로 결정하는 것이 아니라, 후보 반사광 영역의 반사도에 적응적으로 기준값을 설정하는 것을 고려한다.

[0063] 따라서, 반사광 영역 결정 모듈(120)은 상기 도 3a의 S205 단계에서 후보 반사광 영역 추출 모듈(110)이 추출한 후보 반사광 영역으로부터 도 4a 및 도 4b-1과 같이 후보 반사광 영역으로부터 복수의 대표 값을 가지는 히스토그램을 생성한다(S301). 히스토그램을 생성한 후, 반사광 영역 결정 모듈(120)은 반사광 영역을 결정하기 위한 적응적 기준 값을 계산한다(S302).

[0064] 여기서, 적응적 기준 값이라 함은, 후보 반사광 영역에서 반사도의 평균이 계산된 값보다 낮다면 반사광 영역을 작게 검출하도록 하고, 반사도의 평균이 계산된 값보다 높다면 반사광 영역을 크게 검출할 수 있도록 하는 반사도 평균에 따라 조정될 수 있는 기준 값을 의미한다. 적응적 기준 값(TH)은 다음 수학식 5를 통해 정의한다.

수학식 5

[0065] $$TH = \begin{cases} min(X), & where\ C(X) > S_{th},\ X = 1,\cdots,M \\ M, & otherwise \end{cases}$$

[0066] 여기서 S_{th}는 $\frac{C(M)}{M}(max\{S_r\} - \bar{S_r})$ 로 계산되고, C(M)은 $|\{i|H(i) > 0,\ i = 1,\cdots,M\}|$ 로 계산된다. 그리고 H는 후보 반사광 영역의 히스토그램이고, M은 히스토그램의 대표 값 총 개수를 의미한다. 또한 C(M)은 조건을 만족하는 히스토그램의 개수이고, S_{th}은 반사도 성분 기반 파라미터를 의미한다. 여기서 반사도 성분 기반 파라미터는 영상의 반사도 특성을 반영하여 적응적으로 기준값을 찾기 위해 사용된다.

[0067] 반사광 영역을 결정하는 적응적 기준 값을 결정하면, 반사광 영역 결정 모듈(120)은 적응적 기준 값을 이용하여 후보 반사광 영역에서 반사광 영역을 결정한다(S303). 그리고 나서, 역 톤 매핑 기반 HDR 이미징을 위해, 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경한다(S304).

[0068] 즉, 도 4b-2에 도시된 바와 같이, 반사광 영역 결정 모듈(120)은 이미지에서 반사광 영역과 휘도 기반 이미지를 지역 매칭을 이용하여 검출한다. 여기서, 반사광 영역 결정 모듈(120)은 입력 영상의 밝기와 디스플레이 휘도가 비례하다고 가정하고, 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경한다.

[0069] 반사광 영역 결정 모듈(120)이 적응적 기준 값으로 반사광 영역을 결정하는 방법이나, 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경하는 방법은 다양한 방법으로 수행할 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예에서는 다음 수학식 6 및 7을 이용하여 적응적 기준 값 이상의 반사광 영역(SH_{final})을 결정하고, 적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경하는 것을 예로 하여 설명한다.

수학식 6

[0070] $$SH_{final} = SH_{cand} \quad if\ SH_{cand} \geq TH$$

수학식 7

[0071] $$I_Y = \alpha(0.2126\frac{I_R}{\max\{I_R\}} + 0.7152\frac{I_G}{\max\{I_G\}} + 0.0722\frac{I_B}{\max\{I_B\}})$$

[0072] 수학식 6에서 SH_{final}은 적응적 기준 값 이상의 반사광 영역을 의미한다.

[0073] 수학식 7에서 α는 디스플레이의 최대 휘도이고, I_Y는 R, G, B 이미지의 밝기(I_R, I_G, I_B)를 휘도 기반 이미지로 변환한 결과이다.

[0074] 반사광 영역 결정 모듈(120)은 검출한 반사광 영역과 휘도 기반 데이터를 매칭하여, LDR 이미지에서 반사광과 확산광을 나누는 기준값인 LDR 휘도 경계값(ω)을 획득한다(S305). 그리고 획득한 LDR 휘도 경계값(ω)을 이용하여, 휘도 기반의 반사광 영역을 추출한다. 여기서 LDR 휘도 경계값(ω)은 다음 수학식 8과 같이 정의한다.

수학식 8

[0075] $$\omega = \min_{\{x \in SH_{final}\}} I_Y(x)$$

[0076] S305 단계에서 LDR 휘도 경계값(ω)을 획득하면, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 생성하는 절차를 수행한다(S400). 이에 대해 도 5a 내지 도 5d를 참조로 하여 함께 설명한다.

[0077] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 실시예에 따른 초기 LDR-HDR 휘도 변환 그래프 생성 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

[0078] 도 5a에 도시된 바와 같이, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 반사광 영역 결정 모듈(120)이 LDR 휘도 경계값(ω)으로 기준 값을 변경하면, 사람의 인지적 능력을 고려하기 위해 적응적인 지역적 망막 반응을 사용하여 출력 매핑 값의 범위 즉, 도 5b에 도시한 Y축인 출력 휘도(Output luminance)의 기준을 정해, LDR 휘도 경계값(ω)에 대응되는 HDR 휘도 경계값을 어떻게 선택할지를 결정한다.

[0079] 이때, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 반사광 영역 결정 모듈(120)이 결정한 LDR 휘도 경계값(ω)과 동일한 값이 LDR 휘도 경계값(ω)에 대응하는 초기 HDR 휘도 경계값(ρ_0)에 매핑되도록 LDR-HDR 휘도 변환 그래프를 도 5b의 좌측 그래프와 같이 생성한다.

[0080] 여기서, 인지적 능력을 고려하는 적응적 반응은 수학식 9를 이용하여 계산한다.

수학식 9

[0081] $$R = R_{max}\frac{L^n}{L^n + \sigma^n}$$

[0082] 여기서, R은 망막 반응, R_{max}는 반응의 최대값, L은 빛의 강도를 의미한다. σ은 적응 값, n은 망막 반응의 민감도를 결정하는 계수를 의미한다.

[0083] 구체적으로 지역 적응 망막 반응 값을 이용하면, 지역적 영역에서 사람이 느끼는 밝기의 정도를 고려할 수 있다. 즉, 도 5c에 도시된 바와 같이, 인간의 시각이 배경 밝기 정도가 달라짐에 따라 인지적 밝기 정도가 달라

짐을 알 수 있다. 도 5c의 제1 그래프(①), 제2 그래프(②), 제3 그래프(③)는 각각의 적응 정도가 변화했을 때, 지역 적응 망막 반응의 변화를 나타낸 것이다.

[0084] 이와 같이, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 지역 적응 망막 반응 값을 사용하여 반사광 영역 결정 모듈(120)이 결정한 반사광 영역이 사람에게 어떻게 인지되는지 분석하고, 분석 결과를 가지고 HDR 휘도 경계값 범위를 결정한다. 이를 위해, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 LDR 이미지에서 LDR 휘도 경계값(ω)보다 작은 값을 가지는 영역인 확산광 영역의 평균 휘도를 계산한다. 그리고 나서, 다음 수학식 10을 이용하여 HDR 휘도 경계값의 범위를 결정한다.

수학식 10

[0085] $$\rho_n = \omega R_\omega$$

[0086] 여기서, $R_\omega = R_{max}\frac{\omega^n}{\omega^n + D_{apl}{}^n}$ 이고, $D_{apl} = \frac{1}{N}\sum_{\{x|I_Y(x)<\omega\}} I_Y(x)$ 으로 계산된다. 그리고 N은 확산광 영역의 픽셀 개수, D_{apl}은 확산광 영역의 평균 휘도, R_ω은 지역 적응 기반 망막 반응 값, ρ_n은 곡선의 꺾인 점 값을 의미한다.

[0087] 기존에는 적응적인 값을 계산하는 기법이 많으나, 본 발명의 실시예에서는 도 5d에 도시한 바와 같이 지역적 영역의 평균 밝기를 이용하는 기법을 사용하는 기법을 사용한다. 이를 위해, 먼저 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 확산광 영역의 평균 휘도를 계산한다(S401). 즉, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 확산광 영역에 속하는 모든 픽셀들의 밝기 값을 더해주고, 확산광 영역에 속하는 픽셀 수로 나누어 평균 휘도를 계산한다.

[0088] 그리고 반사광 영역이 사람에게 어떠한 밝기로 느껴지는지 계산하기 위하여, 이미지 정보와 인지적 특성을 고려하는 지역 적응 망막 반응 값을 이용하여, HDR 휘도 경계값의 범위를 계산한다(S402). HDR 휘도 경계값의 범위는 이후 설명할 수학식 11의 ρ_max와 ρ_min을 이용하여 정의된다.

[0089] 그리고, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 베버 상수를 이용하여 지역적 HDR 휘도 경계값을 결정한다(S403). 여기서, 지역적 HDR 휘도 경계값은 디스플레이 장치의 출력 휘도와 베버 상수를 고려하여 결정한다.

[0090] 이상의 절차를 통해 출력 휘도 범위와 지역적 출력 휘도 값이 결정되면, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 최종 매핑 곡선을 결정하는 절차를 수행한다. 이에 대해 도 6a 및 도 6b를 참조로 함께 설명한다.

[0091] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 최종 LDR-HDR 휘도 변환 그래프 생성 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

[0092] 상기 S400 단계를 통해 적응적인 지역적 망막 반응만 고려하여 최소 HDR 휘도 경계값으로 최종 HDR 휘도 경계값을 결정하게 될 경우, 반사광 영역의 범위가 너무 넓어져 확산광 영역의 계조 표현력이 저하되고 전체 이미지의 인지적 화질이 저하될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 이미지를 디스플레이 하는 디스플레이 장치의 출력 휘도와 지역적 영역의 인지적 대조비를 고려하는 베버 상수를 통해, HDR 휘도 경계값을 보정하고 보정된 값을 최종 HDR 휘도 경계값으로 사용하고자 한다.

[0093] 이를 위해 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 수학식 11을 이용하여 HDR 휘도 경계값에 대한 범위의 최소 값과 최대 값, 그리고 후보 HDR 휘도 경계값을 정의한다(S601).

수학식 11

[0094] $$\rho_{cand} = (1-\beta)\rho_{min} + \beta\rho_{max} (0 \le \beta \le 1)$$

[0095] 여기서, $\rho_{max} = \omega$ 이고, $\rho_{min} = \rho_n$ 으로 계산된다.

[0096] S601 단계에서 매핑 곡선 생성 모듈(130)이 정의한 매핑 범위의 최소 값과 최대 값, 후보 HDR 휘도 경계값에 대한 개념과 역 톤 매핑 기반 HDR 이미징 곡선은 도 6b에 도시한 바와 같다.

[0097] S601 단계에 의해 후보 매핑 값이 정의되면, 매핑 곡선 생성 모듈(130)은 수학식 12에 나타낸 베버 상수 기반의

식을 이용하여 반사광 영역의 베버 상수(SH_{we})와 확산광 영역의 베버 상수(DF_{we})를 계산한다.

수학식 12

[0098]
$$SH_{wc} = \frac{S_{apl} - \rho_{cand}}{\rho_{cand}}$$
$$DF_{wc} = \frac{D_{apl} - \rho_{cand}}{\rho_{cand}}$$

[0099] 여기서, S_{apl}은 반사광 영역의 평균 휘도를 의미한다.

[0100] 그리고, 수학식 13과 같이 후보 HDR 휘도 경계값을 변화시키며, 반사광 영역의 베버 상수(SHwe)와 확산광 영역의 베버 상수(DFwe)가 같아질 때의 후보 출력 휘도 값을 최종 HDR 휘도 경계값(ρ_final)으로 설정한다(S502).

수학식 13

[0101]
$$\rho_{final} = \rho_{cand} \quad if\ |SH_{wc}| = |DF_{wc}|$$

[0102] 여기서, 수학식 13의 조건문을 토대로 수학식 14를 도출할 수 있다.

수학식 14

[0103]
$$\rho_{final} = \rho_{cand} = \frac{(S_{apl} + D_{apl})}{2}$$

[0104] 이상의 절차를 통해 LDR 휘도 경계값과 최종 HDR 휘도 경계값이 정의되면, 역 톤 매핑 모듈(140)은 매핑 곡선 생성 모듈(130)에서 S110 단계에서 계산한 LDR 휘도 경계값과 HDR 휘도 경계값을 토대로 LDR 이미지를 역 톤 매핑한다. 이에 대해 도 7a 및 7b를 참조로 설명한다.

[0105] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 역 톤 매핑 기반 HDR 이미징 곡선을 생성하는 방법에 대한 흐름도 및 예시도이다.

[0106] 도 7a에 도시한 바와 같이 역 톤 매핑 모듈(140)은 확산광 영역의 평균 휘도를 이용하여 곡선을 변형한다(S601). 즉, 도 7b에 나타낸 바와 같이 확산광 영역의 평균 휘도를 이용하여 곡선을 변형한다.

[0107] 그리고 다음 수학식 15를 이용하여 역 톤 매핑을 적용한 후 HDR 이미지를 생성한다(S602).

수학식 15

[0108]
$$I_{TM}(x) = \begin{cases} s_1 I_Y(x), & if\ I_Y(x) < D_{apl} \\ s_2\left(I_Y(x) - D_{apl}\right) + s_1 D_{apl}, & if\ D_{apl} < I_Y(x) \le \omega, \\ s_3(I_Y(x) - max\{I_Y\}) + max\{d_Y\}, & if\ I_Y(x) > \omega \end{cases}$$

[0109] 여기서, $s_1 = \frac{\rho}{\omega}$, $s_2 = \frac{\rho_{final} - D_{apl} s_1}{\omega - D_{apl}}$, $s_3 = \frac{\max\{d_Y\} - \rho_{final}}{\max\{I_Y\} - \omega}$ 로 계산할 수 있으며, S_1, S_2, S_3은 각각 최종 LDR-HDR 휘도 변환 그래프의 기울기이고, d_Y은 디스플레이의 출력 휘도이다.

[0110] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 방법으로 생성하는 HDR 이미지와 종래 방법으로 생성한 HDR 이미지를 비교하는 예에 대해 도 8을 참조로 설명한다.

[0111] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 생성된 HDR 이미지와 종래 방법으로 생성한 HDR 이미지를 비교한 예시도이다.

[0112] 도 8에서는 다중 노출 기반 방법을 사용하여 TMO의 결과, 탐지지도의 확률, VDP(Visual Difference Predictor) 품질 스코어 및 DRIM(Dynamic Range-Independent Metric)을 실제 HDR 이미지와 함께 나타내었다. 먼저 도 8의 (a)에 나타난 바와 같이, 영역 기반 방법(②)은 정반사 탐지 성능이 상대적으로 좋지 않기 때문에 반사 영역에서 높은 오류 확률을 보인다. 또 다른 종래 방법인 맵핑 커브 방법(③)은 맵핑 커브가 포화된 영역의 계조를 저하시키기 때문에 포화 된 영역에서 높은 오류 확률을 보였다. 영상 통계에 기반한 감마 확장 방법(④)은 영역 정보를 고려하지 않았기 때문에, 높은 오류 확률이 관찰되는 많은 영역을 가진다.

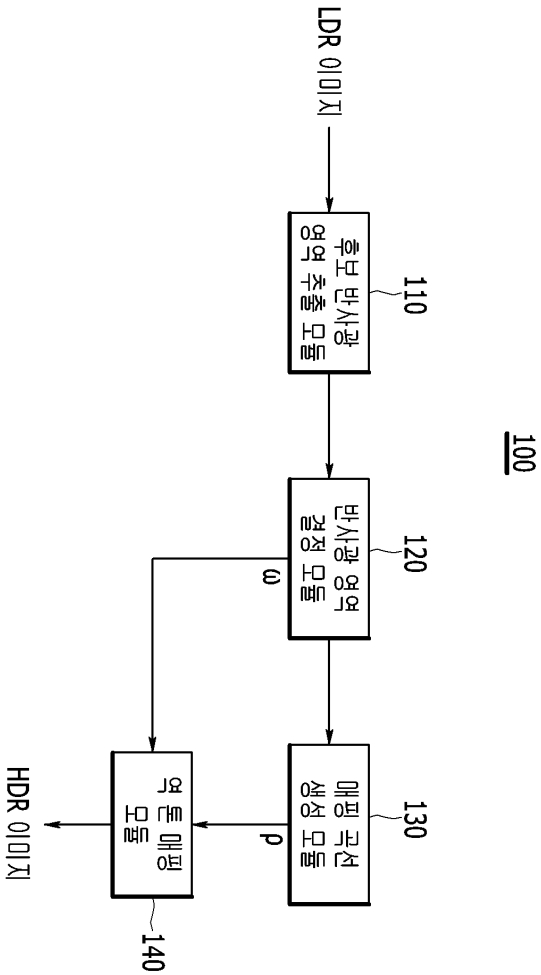
[0113] 본 발명의 실시예에 따른 방법(①)을 이용하면, 높은 오류 확률 영역은 경미한 영역의 지각 밝기와 베버(weber) 대비에 기반한 곡선의 균일 성을 고려하여 상대적으로 좁게 나타난다. 또한 DRIM 결과는 본 발명의 실시예에 따른 방법이 경면 영역의 경계에서 녹색 점의 수가 적어, 로컬 적응을 사용하여 자연스럽게 입력 범위가 확장되었음을 알 수 있다.

[0114] 도 8의 (b)와 (c)는 입력 이미지가 전반적으로 밝을 때의 결과를 보여준다. 이 경우, 본 발명의 실시예에 따른 방법에서 경면 영역의 매핑 곡선 기울기는 경면 영역의 상대적 휘도를 증가시키기 위해 편향되었다. 따라서, 밝은 영역에서의 차이 검출의 가능성이 감소되어, 고화질의 이미지가 생성되는 것을 알 수 있다. 또한, DRIM 결과는 본 발명의 실시예에 따른 방법이 다른 종래 방법보다 녹색 점의 수가 가장 적음을 나타낸다.

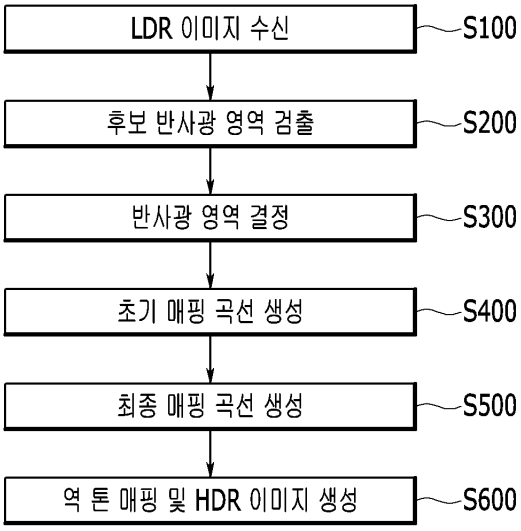
[0115] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

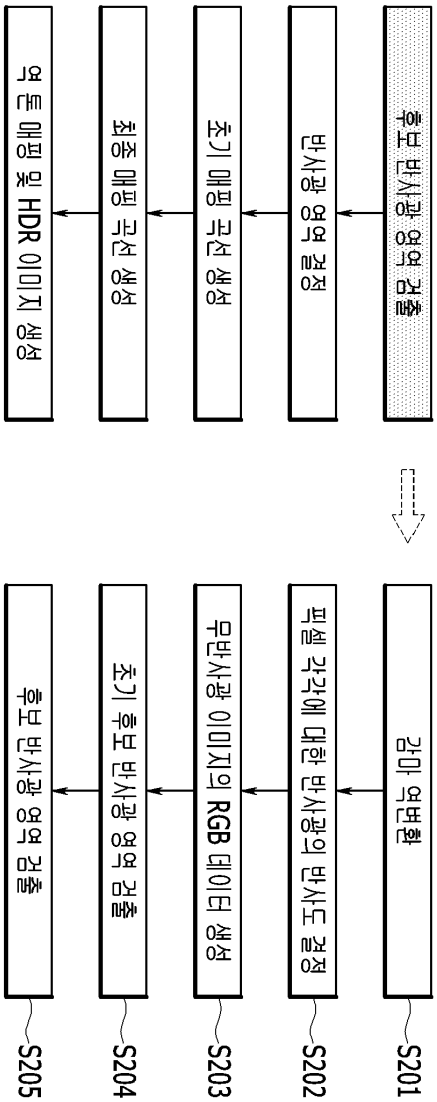
도면1



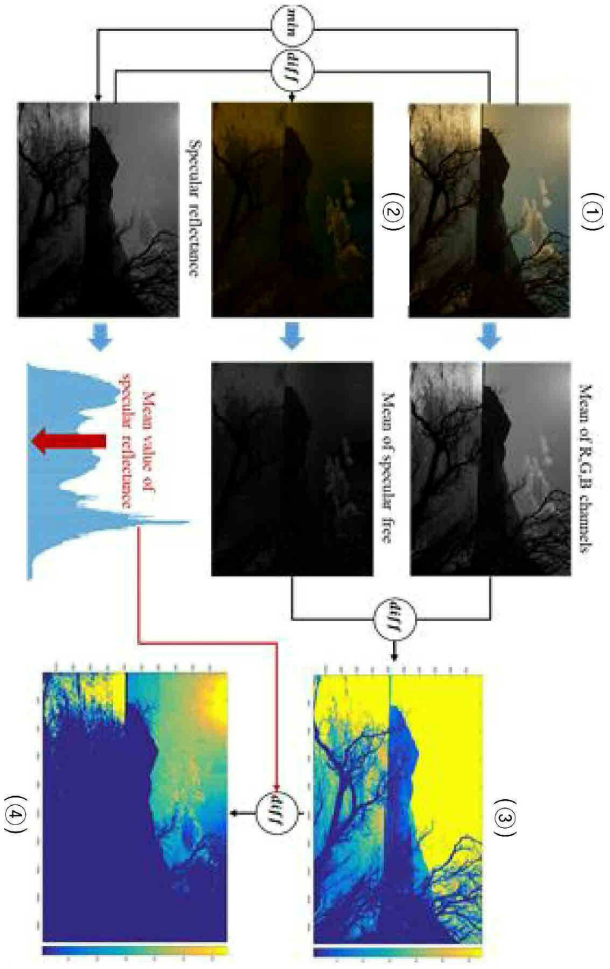
도면2


LDR 이미지 수신
S100
후보 반사광 영역 검출
S200
반사광 영역 결정
S300
초기 매핑 곡선 생성
S400
최종 매핑 곡선 생성
S500
역 톤 매핑 및 HDR 이미지 생성
S600

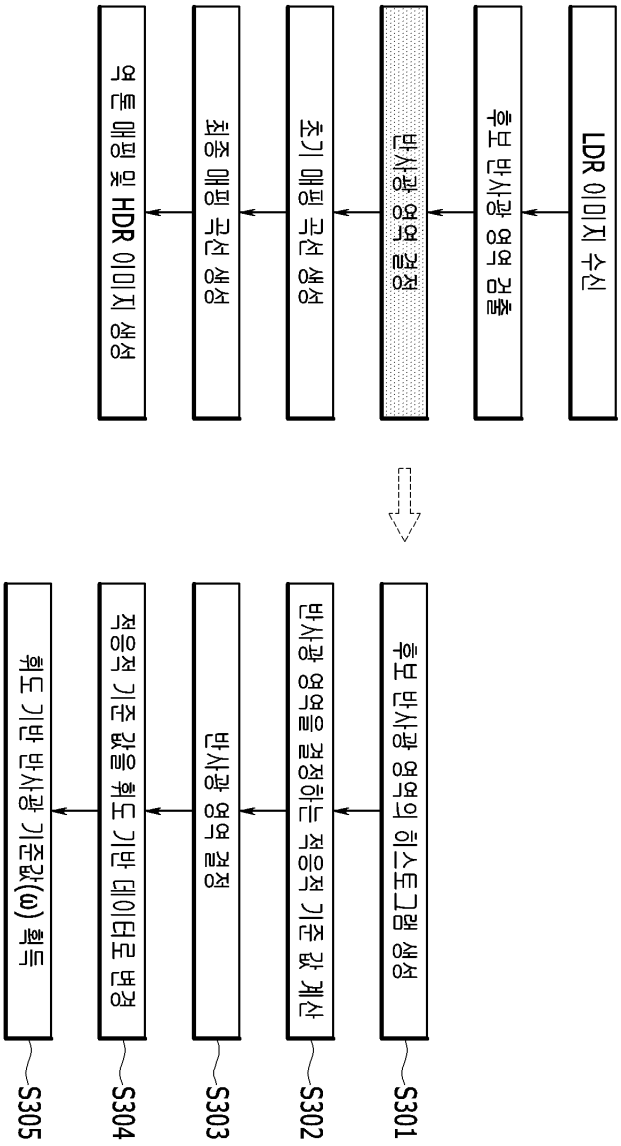
도면3a


감마 역변환
픽셀 각각에 대한 반사광의 반사도 결정
무반사광 이미지의 RGB 데이터 생성
초기 후보 반사광 영역 검출
후보 반사광 영역 검출
S201
S202
S203
S204
S205
후보 반사광 영역 검출
반사광 영역 결정
초기 매핑 곡선 생성
최종 매핑 곡선 생성
역 톤 매핑 및 HDR 이미지 생성

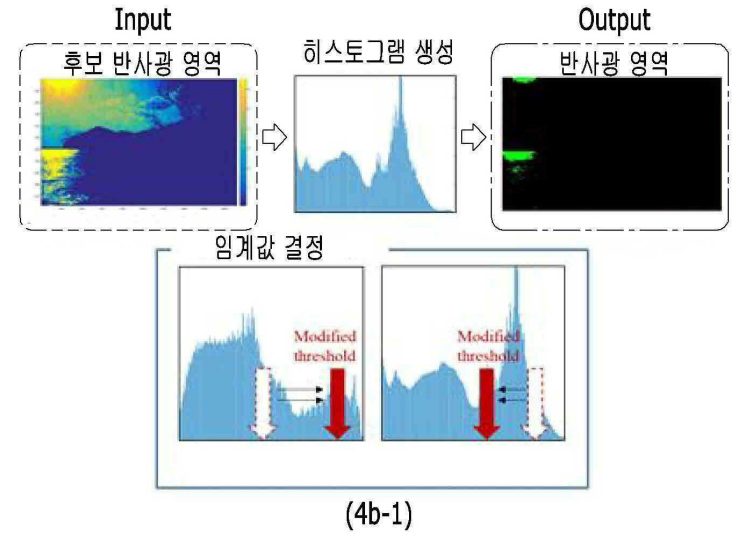
도면3b


min
diff
Specular reflectance
(2)
(1)
Mean value of specular reflectance
Mean of specular free
Mean of R,G,B channels
diff
diff
(4)
(3)

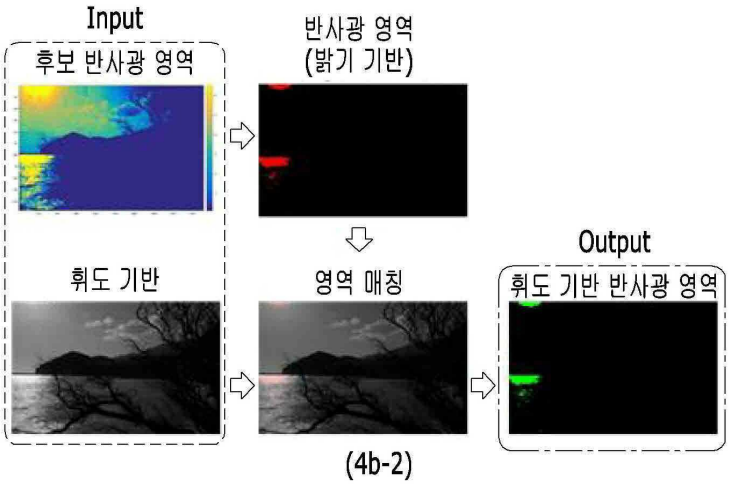
도면4a


LDR 이미지 수신
후보 반사광 영역 검출
반사광 영역 결정
초기 매핑 곡선 생성
최종 매핑 곡선 생성
역톤 매핑 및 HDR 이미지 생성
후보 반사광 영역의 히스토그램 생성
반사광 영역을 결정하는 적응적 기준 값 계산
반사광 영역 결정
적응적 기준 값을 휘도 기반 데이터로 변경
휘도 기반 반사광 기준값(ω) 획득
S301
S302
S303
S304
S305

도면4b

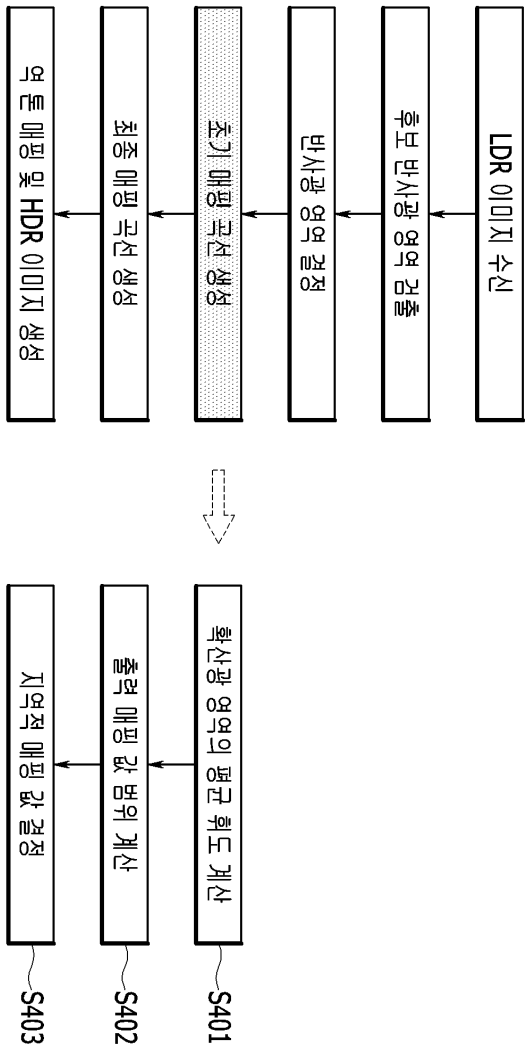

Input
후보 반사광 영역
히스토그램 생성
Output
반사광 영역
임계값 결정
Modified threshold
Modified threshold

(4b-1)

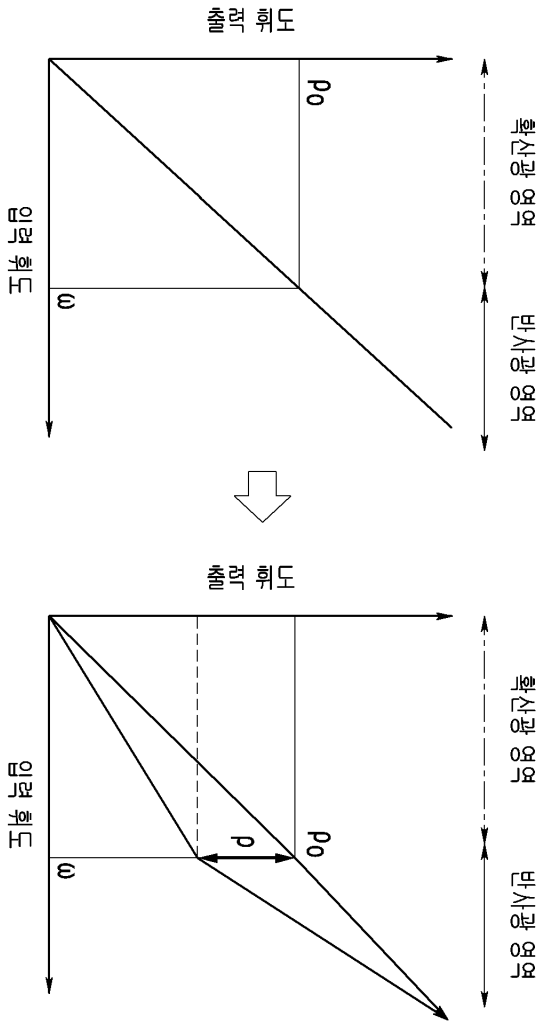

Input
후보 반사광 영역
반사광 영역
(밝기 기반)
Output
휘도 기반
영역 매칭
휘도 기반 반사광 영역

(4b-2)

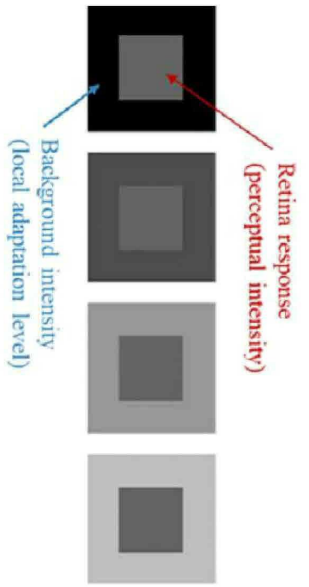
도면5a

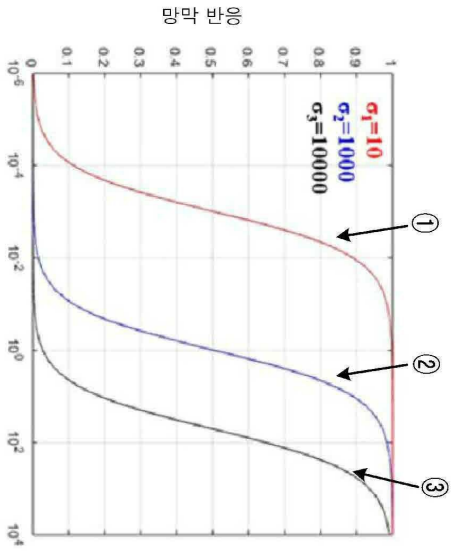

LDR 이미지 수신
후보 반사광 영역 검출
반사광 영역 결정
초기 매핑 곡선 생성
최종 매핑 곡선 생성
역 톤 매핑 및 HDR 이미지 생성
확산광 영역의 평균 휘도 계산
출력 매핑 값 범위 계산
지역적 매핑 값 결정
S401
S402
S403

도면5b

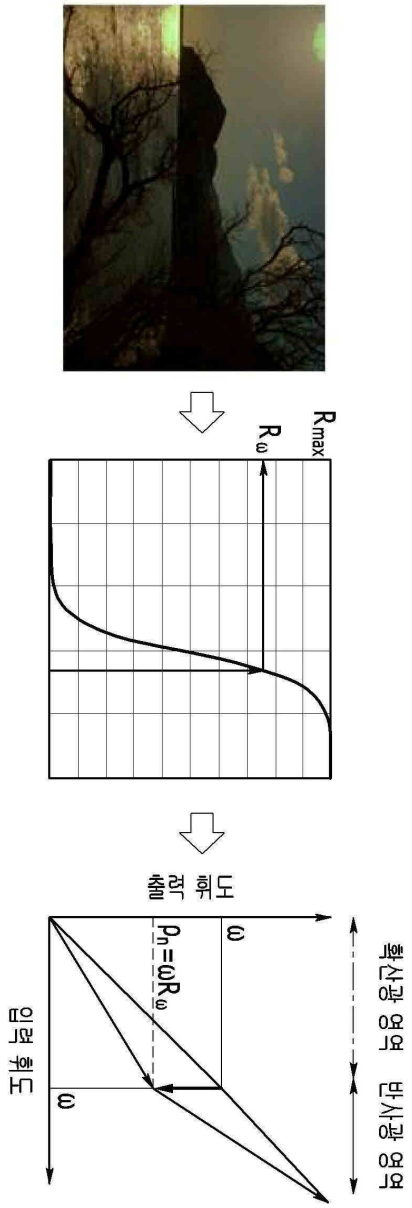


도면5c

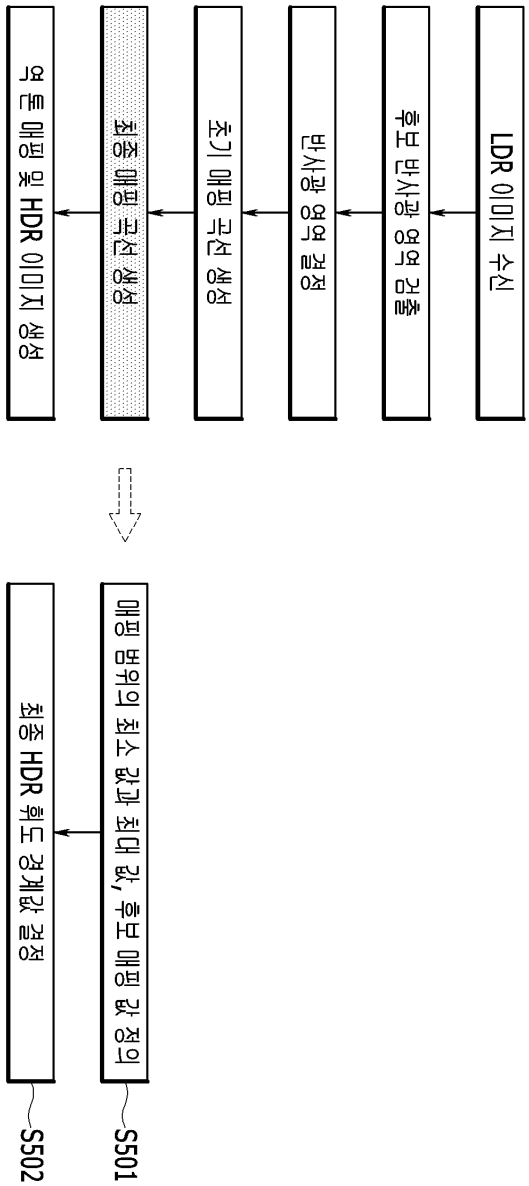

Retina response
(perceptual intensity)
Background intensity
(local adaptation level)


망막 반응
σ1=10
σ2=1000
σ3=10000
①
②
③

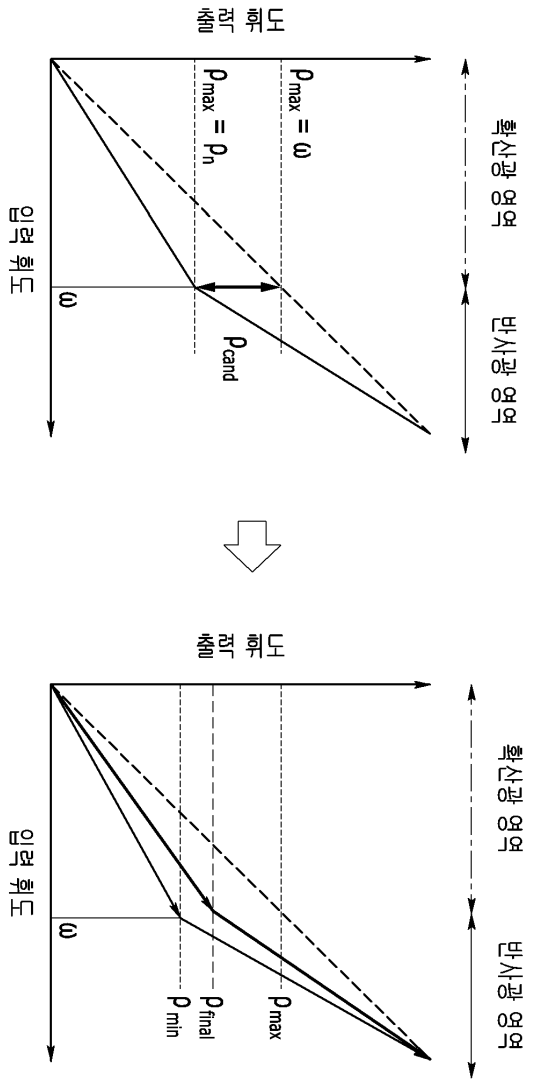
도면5d



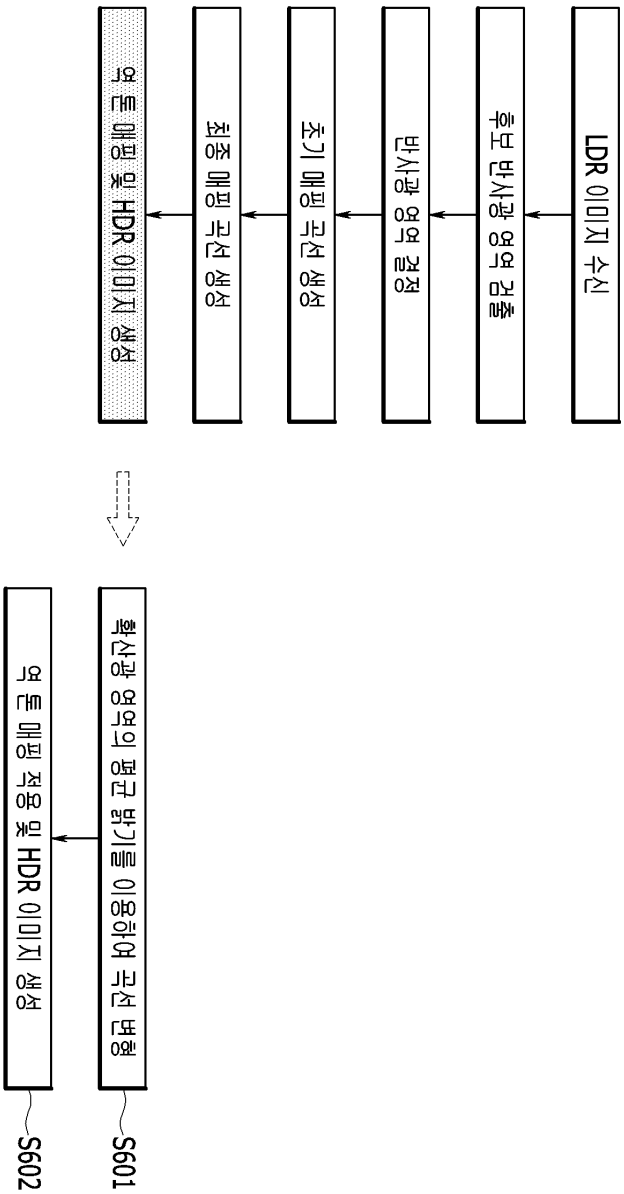
도면6a


LDR 이미지 수신
후보 반사광 영역 검출
반사광 영역 결정
초기 매핑 곡선 생성
최종 매핑 곡선 생성
역톤 매핑 및 HDR 이미지 생성
매핑 범위의 최소 값과 최대 값, 후보 매핑 값 정의
최종 HDR 휘도 경계값 결정
S501
S502

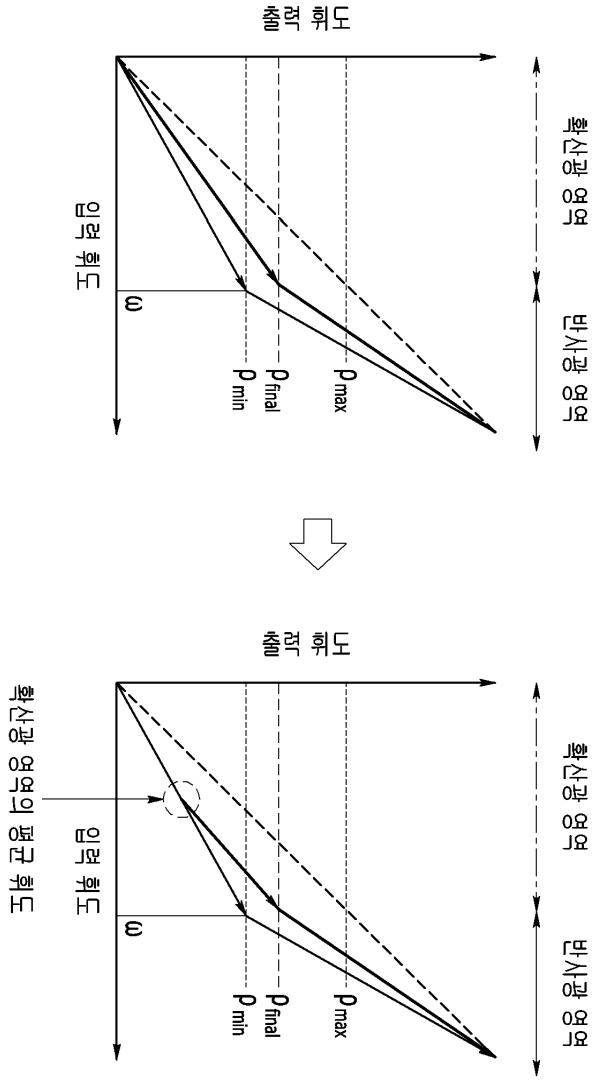
도면6b


토크 출력
입력 회전수
ω
$p_{max} = p_n$
$p_{max} = \omega$
p_{cand}
회생운전 영역
반사운전 영역
토크 출력
입력 회전수
ω
p_{min}
p_{final}
p_{max}
회생운전 영역
반사운전 영역

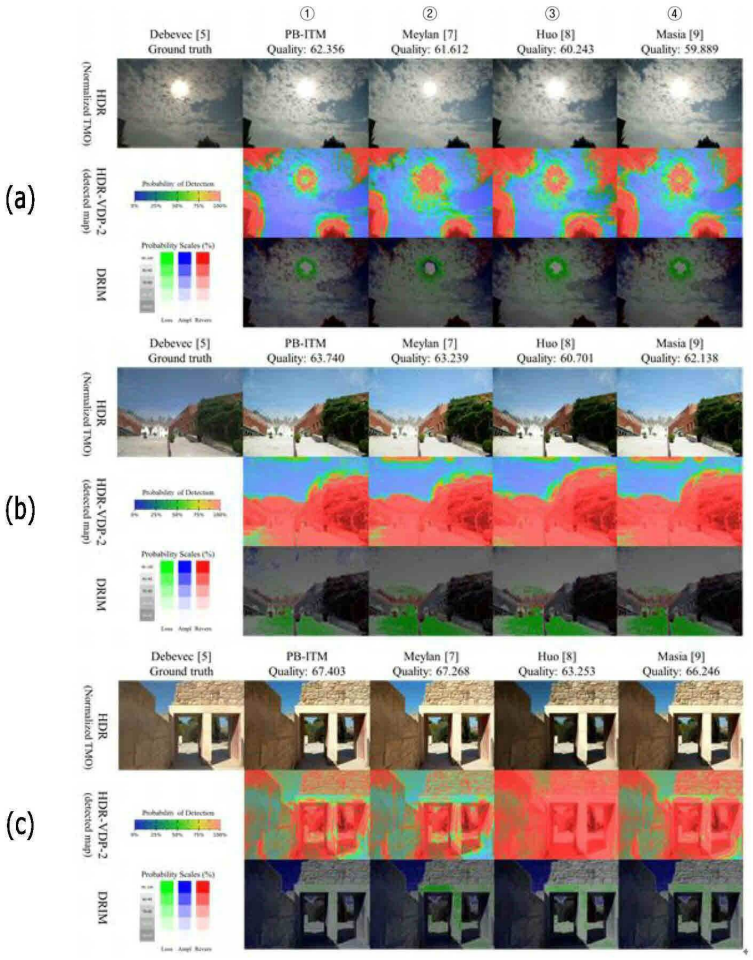
도면7a


LDR 이미지 수신
후보 반사광 영역 검출
반사광 영역 결정
초기 매핑 곡선 생성
최종 매핑 곡선 생성
톤 매핑 및 HDR 이미지 생성
확산광 영역의 평균 밝기를 이용하여 곡선 변형
톤 매핑 적용 및 HDR 이미지 생성
S601
S602

도면7b


토크 허용
출력
입력 회전수
ω
P_{min}
P_{final}
P_{max}
흡수 운용역
방사 운용역
토크 허용
출력
토크 근원 운용역의 입력 회전수
입력 회전수
ω
P_{min}
P_{final}
P_{max}
흡수 운용역
방사 운용역

도면8


(a)
Debevec [5]
Ground truth
①
PB-ITM
Quality: 62.356
②
Meylan [7]
Quality: 61.612
③
Huo [8]
Quality: 60.243
④
Masia [9]
Quality: 59.889
HDR
(Normalized TMO)
HDR-VDP-2
(detected map)
DRIM
Probability of Detection
Probability Scales (%)
(b)
Debevec [5]
Ground truth
PB-ITM
Quality: 63.740
Meylan [7]
Quality: 63.239
Huo [8]
Quality: 60.701
Masia [9]
Quality: 62.138
HDR
(Normalized TMO)
HDR-VDP-2
(detected map)
DRIM
Probability of Detection
Probability Scales (%)
(c)
Debevec [5]
Ground truth
PB-ITM
Quality: 67.403
Meylan [7]
Quality: 67.268
Huo [8]
Quality: 63.253
Masia [9]
Quality: 66.246
HDR
(Normalized TMO)
HDR-VDP-2
(detected map)
DRIM
Probability of Detection
Probability Scales (%)